

# **PENGARUH JUMLAH ECENG GONDOK (*Eichornia crassipes*) DAN WAKTU TINGGAL TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI COD, BOD, DAN WARNA DALAM LIMBAH BATIK**

**Diah Wahyu A\*); Syafrudin\*\*); Badrus Zaman\*\*)**

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Sudarto, SH  
Tembalang Semarang

## ***Abstract***

*Batik industries is one of any industries that produce wastewater. According to the previous researches, also known that wastewater of batik industries contain organic substances, suspended solid, color, chromium, phenol, and other. Result of the characteristic test show that BOD concentration is about 130,37 mg/l, COD 1376,29 mg/l, also color 10.000 mg/l PtCo. Treatment for wastewater of batik industries is needed since wastewater can be harm to the environment and it can decrease the environmental quality. One of alternative treatment that can be used is phytotechnology treatment. The research was conducted for 9 days after acclimatization process. There are 4 reactors consisting of a reactor with 2 plants of *Eichornia crassipes*, 4 plants of *Eichornia crassipes*, 6 plants of *Eichornia crassipes*, and control reactor without *Eichornia crassipes*. Each reactor is filled with 4 liters of wastewater of batik industries. Sampling was conducted every 3 days and measured the concentrations of COD, BOD, and color intensities. The amount of removal efficiency at days 9 in each reactor is as follows: reactor with 2 plants of *Eichornia crassipes* has removal efficiency 75,93% for COD, 72,51% for BOD, and 87,19% for color. Reactor with 4 plants reactor has removal efficiency 75,97% for COD, 79,92% for BOD, and 92,18% for color. Reactor with 6 plants has removal efficiency 79,96% for COD, 87,19% for BOD, and 93,15% for color.*

*Key word: Wastewater, Phytotechnology, *Eichornia crassipes*.*

## **PENDAHULUAN**

Batik merupakan karya seni bangsa Indonesia, banyak industri batik yang sedang berkembang pesat di berbagai daerah. Industri batik menimbulkan dampak berupa limbah cair organik dengan volume yang besar, warna yang pekat, berbau menyengat dan memiliki suhu, keasaman (pH), organik *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) yang tinggi (Kurniawan, 2013). Permasalahan yang sering terjadi dalam pengolahan limbah pada sebuah industri batik yaitu biaya pengolahan limbah yang mahal di industri kecil atau industri rumah tangga, hal ini

membutuhkan pengolahan limbah secara ekonomis. Salah satu pengolahan yang merupakan solusi masalah lingkungan dengan menggunakan tumbuhan adalah fitoteknologi.

Fitoteknologi adalah penerapan ilmu dan teknologi untuk mengkaji dan menyiapkan solusi masalah lingkungan dengan menggunakan tumbuhan. Fitoteknologi digunakan untuk memperluas pengertian mengenai pentingnya tumbuhan dan peranannya dalam sistem kehidupan masyarakat dan lingkungan (Mangkoedihardjo, 2010). Industri batik Semarang mempunyai parameter nilai diatas baku mutu sesuai Perda

Provinsi Jawa Tengah No. 5 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil dan Batik yaitu 1376,29 mg/l untuk COD, 130,37 mg/l untuk BOD, 10000 mg/l PtCo untuk warna, suhu 6-9, pH 6-9 dan logam berat kromium sedikit terdeteksi. Maka dari itu dipilih parameter COD, BOD, dan warna karena melebihi baku mutu dan dapat diolah dengan fitoteknologi.

## METODE PENELITIAN

1) Penelitian ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan Limbah Batik dan Tumbuhan Eceng gondok

Air limbah batik dimasukkan ke dalam jerigen-jerigen yang telah tersedia, eceng gondok diambil dari permukaan rawa dengan ciri morfologi yang sama

2. Aklimatisasi

Dalam penelitian ini, aklimatisasi dilakukan pada tumbuhan *Eichornia Crassipes* di ember sebagai reaktor *batch* selama 1 minggu (Puspita, 2011).

3. Pembuatan Reaktor Fitoteknologi

Reaktor dibuat dengan menggunakan ember plastik dengan diameter 30 cm. Reaktor yang dibuat sebanyak 4 reaktor dengan tipe reaktor batch dimana masing-masing reaktor terdapat tumbuhan eceng gondok dengan jumlah tumbuhan yang berbeda. Reaktor 1 terdapat 2 tumbuhan eceng gondok, reaktor 2 terdapat 4 tumbuhan eceng gondok, dan reaktor 3 terdapat 6 tumbuhan eceng gondok. Dengan adanya 1 ember plastik kontrol yang diisi limbah batik tanpa adanya tumbuhan eceng gondok (Kurnia, 2014)

4. Menentukan Volume pada Reaktor

Produksi kain batik dilakukan seminggu 3 kali jadi 60 liter di kali dengan 3 yaitu 180 liter air limbah batik. Pada penelitian ini diskalakan 1:45 menjadi 4 liter limbah cair batik tiap reaktor.

5. Uji Karakteristik Limbah Batik

6. Uji Pendahuluan Limbah Batik

Pada uji pendahuluan eceng gondok dimasukkan ke dalam reaktor kemudian air limbah batik diencerkan dengan skala 1:100; 1:1000; 1:5000; dan 1:10000. Konsentrasi skala yang dipilih yaitu 1:100 kali pengenceran karena pada konsentrasi skala pengenceran ini parameter COD, BOD dan warna masih diatas baku mutu dan masih bisa untuk diolah.

2) Alat dan Bahan

a. Alat

Pipet Titrasi, botol BOD, erlenmeyer 250 ml (Merk Iwaki Pyrex<sup>R</sup> TE-32), gelas Beker, labu ukur, bulb merah, neraca analitik, anemometer digital (Merk LM-8100), AAS (*Atomic absorption Spectrophotometer*), BOD inkubator, aerator, reaktor COD.

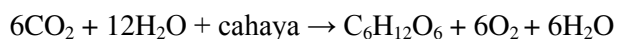
b. Limbah cair batik, larutan MgSO<sub>4</sub>, larutan bibit pengotor, larutan CaCl<sub>2</sub>, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, larutan buffer fosfat BOD, larutan alkali iodida, larutan MnSO<sub>4</sub>, larutan sodium thiosulfat 0,025 N, larutan FeCl<sub>3</sub>, aquades, pereaksi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, larutan kanji, tumbuhan eceng gondok.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

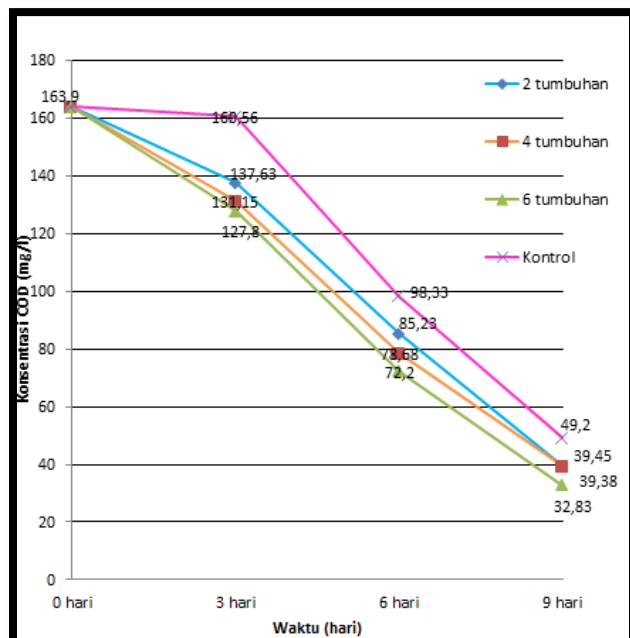
### 4.1. Hasil Pengukuran Konsentrasi COD

Berdasarkan grafik 4.1 terlihat bahwa perlakuan tiap reaktor dan waktu tinggal yaitu sebesar 163,9 mg/l menjadi 39,45 mg/l pada reaktor 2 tumbuhan, 39,38 mg/l pada reaktor 4 tumbuhan, 32,83 mg/l pada reaktor 6 tumbuhan, dan 49,2 mg/l pada reaktor kontrol . Pada grafik 4.2 terlihat dimana reaktor dengan 2 tumbuhan eceng gondok mencapai 75,93%, reaktor dengan 4 tumbuhan eceng gondok mencapai 75,97%, reaktor dengan 6 tumbuhan eceng gondok mencapai 79,96%, reaktor, dan kontrol juga menunjukkan efisiensi penyisihan yang semakin bagus yaitu 69,98%. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jateng No. 5 Tahun 2012 batas maksimum COD bagi industry tekstil dan batik yaitu 150 mg/l dengan demikian kadar COD air limbah batik setelah dilakukan pengolahan fitoteknologi sudah memenuhi persyaratan.

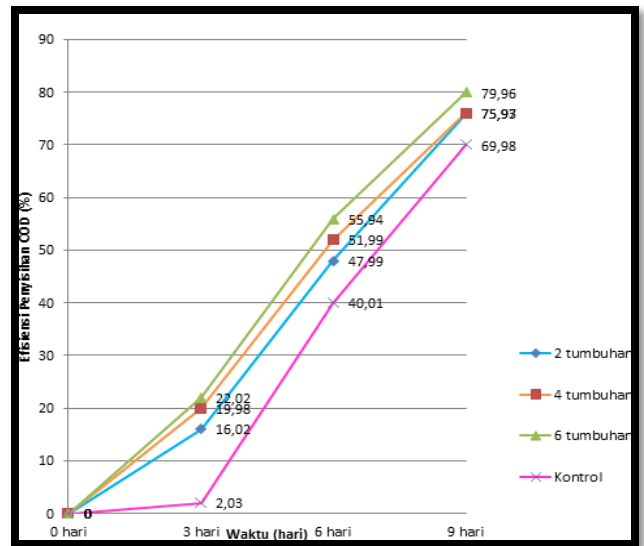
Prinsip kerjanya tumbuhan eceng gondok dapat mempercepat proses penguapan air melalui proses evapotranspirasi. Proses evapotranspirasi yang berlangsung dapat mendukung laju pengambilan unsur hara yang dibutuhkan untuk fotosintesis melalui proses penyerapan bulu-bulu akar eceng gondok (Hakim, 2012). Penurunan COD pada reaktor uji terjadi karena penguraian bahan organik oleh mikroorganisme pada akar tanaman kemudian dimanfaatkan tanaman untuk fotosintesis. Fotosintesis merupakan proses perubahan bahan-bahan anorganik seperti  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  oleh klorofil diubah menjadi karbohidrat atas pertolongan sinar matahari dimana menurut Vymazal (2008) reaksi proses fotosintesis adalah sebagai berikut :



Data penyisihan COD dapat dilihat pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 di bawah ini.



**Gambar 4.1 Hubungan Konsentrasi COD Terhadap Waktu**



**Gambar 4.2 Hubungan Efisiensi Penyisihan COD Terhadap Waktu**

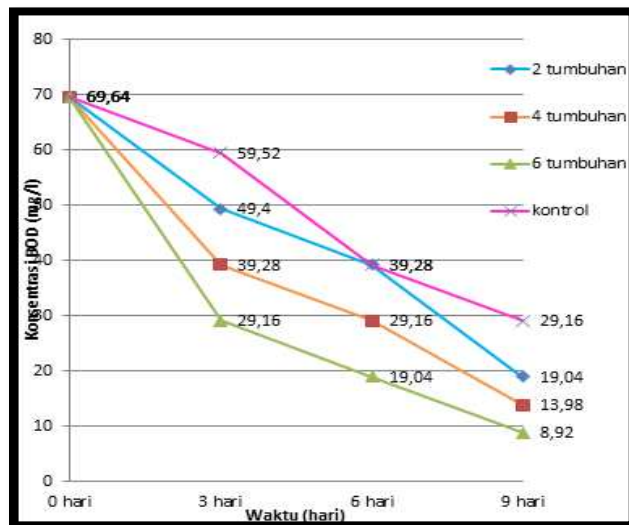
#### 4.2 Hasil Pengukuran Konsentrasi BOD

Berdasarkan gambar 4.3 terlihat bahwa jumlah tumbuhan dan waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan nilai BOD yaitu sebesar 69,4 mg/l menjadi 19,04 mg/l pada reaktor 2 tumbuhan, 13,98 mg/l pada reaktor 4 tumbuhan, 8,92 mg/l pada reaktor 6 tumbuhan, dan 29,16 mg/l pada reaktor kontrol. Reaktor dengan 2 tumbuhan eceng gondok mencapai 72,51%, reaktor dengan 4 tumbuhan eceng gondok mencapai 79,92%, reaktor dengan 6 tumbuhan eceng gondok mencapai 87,19%, reaktor, dan kontrol juga menunjukkan efisiensi penyisihan yang semakin bagus yaitu 58,12%. Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jateng No. 5 Tahun 2012 batas maksimum BOD bagi industri tekstil dan batik yaitu 60 mg/l dengan demikian kadar BOD air limbah batik setelah dilakukan pengolahan fitoteknologi sudah memenuhi persyaratan.

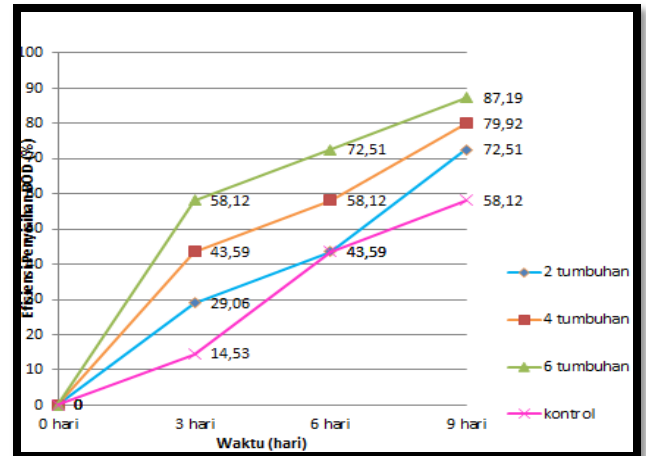
Sedangkan untuk reaktor kontrol juga mengalami penurunan konsentrasi BOD. Hal

ini dikarenakan dalam BOD terdapat senyawa organik yang mudah terurai yang dinyatakan dalam nilai BOD serta terdapat pula yang sulit terurai. Senyawa organik mudah terurai yang diasosiasikan dengan padatan tersuspensi yang dapat mengendap lebih banyak daripada yang dapat terlarut. Hal ini karena 80% dari BOD terdiri dari padatan terlarut dan tersuspensi, padatan tersuspensi dapat dibagi menjadi padatan yang dapat mengendap dan yang tidak dapat mengendap (Crites dan Tchobanoglous, 1998). Pada umumnya 60% dari padatan tersuspensi dalam air limbah domestik adalah padatan yang dapat mengendap (Metcalf and Eddy, 2003).

Mikroorganisme aerobik menggunakan oksigen dari udara dalam tanah dan terutama bertanggung jawab pada perubahan nutrisi dalam bentuk bahan organik ke dalam bentuk terlarut yang dapat digunakan kembali oleh tanaman (Vymazal, 2008). Mikroorganisme memegang peranan sangat penting dalam penghilangan bahan organik yang proses penguraiannya membutuhkan oksigen. Oksigen tersebut mengalir ke akar melalui batang setelah berdifusi dari atmosfer melalui pori-pori daun (Vymazal, 2008).



**Gambar 4.3 Hubungan Konsentrasi BOD Terhadap Waktu**



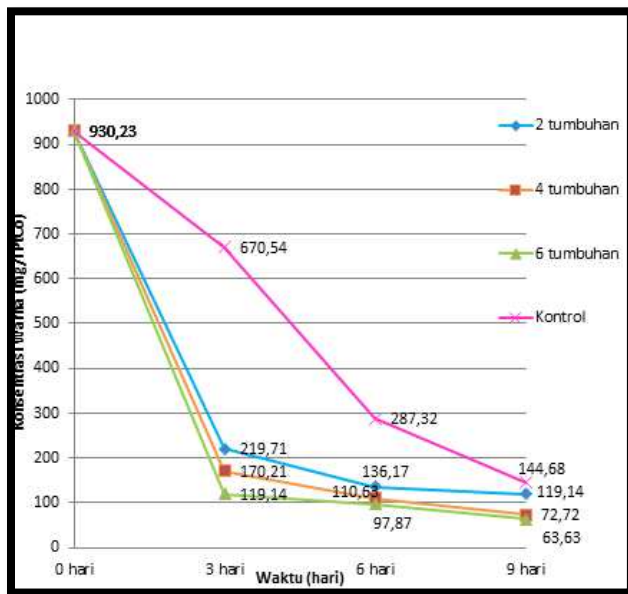
**Gambar 4.4 Hubungan Efisiensi Penyisihan BOD Terhadap Waktu**

#### 4.3 Hasil Pengukuran Konsentrasi Warna

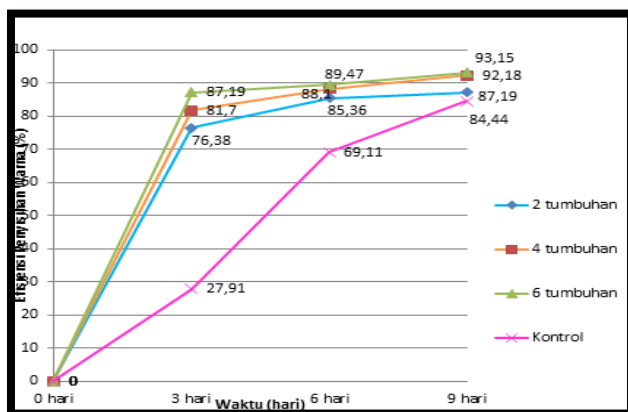
Berdasarkan gambar 4.5 terlihat bahwa jumlah tumbuhan dan waktu tinggal berpengaruh terhadap penurunan nilai warna yaitu sebesar 930,23 mg/l menjadi 119,14 mg/l pada reaktor 2 tumbuhan, 72,72 mg/l pada reaktor 4 tumbuhan, 63,63 mg/l pada reaktor 6 tumbuhan, dan 144,68 mg/l pada reaktor kontrol. Pada gambar 4.6 terlihat bahwa reaktor dengan 2 tumbuhan eceng gondok mencapai 87,19%, reaktor dengan 4 tumbuhan eceng gondok mencapai 92,18%, reaktor dengan 6 tumbuhan eceng gondok mencapai 93,15%, reaktor, dan kontrol juga menunjukkan efisiensi penyisihan yang semakin bagus yaitu 84,44%.

Warna air limbah menunjukkan kualitasnya seperti pada warna limbah batik berwarna merah tua dan kelamaan akan berwarna gelap, hal ini menunjukkan bahwa warna limbah batik sangat pekat. Pada umumnya warna yang digunakan pada industri batik adalah warna sintesis yaitu naphthol dan zat warna *procion red* MX 8B. Zat warna *procion* akan sulit dihilangkan karena adanya ikatan kovalen yang kuat antara atom karbon dari zat warna dengan atom O, N, atau S dari gugus hidroksi, amino atau thiol dari polimer dan naphthol mengandung  $C_{10}H_8O$ . Konsentrasi warna pada limbah cair yang mengandung

kadar naphtol, setelah mendapat perlakuan dari tumbuhan eceng gondok terjadi penurunan konsentrasi parameter warna hingga 93,15% dari konsentrasi awal 930,23 mg/l Pt-Co dengan metode fitoteknologi. Reaksi kimia penurunan 1-amino-2 naphtol menghasilkan  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  yang dapat digunakan dalam proses fotosintesis



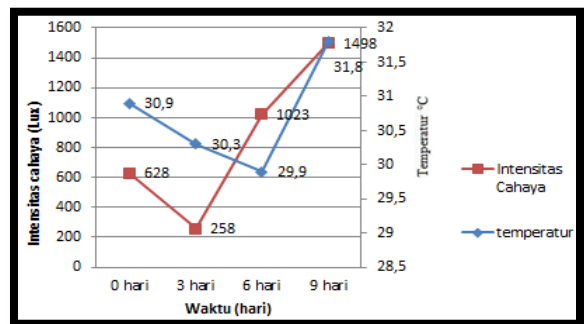
Gambar 4.5 Hubungan Konsentrasi Warna Terhadap Waktu



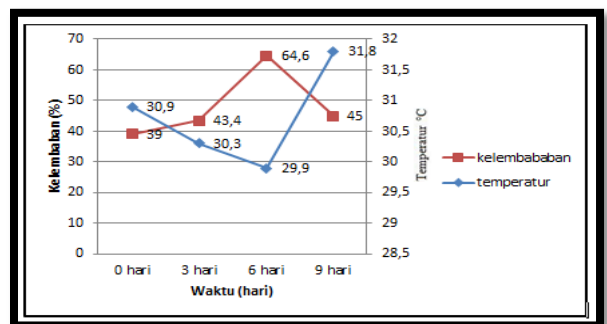
Gambar 4.6 Hubungan Efisiensi Penyisihan Warna Terhadap Waktu

#### 4.4 Temperatur, Kelembaban dan Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil pengamatan dapat dilihat kecenderungan fluktuasi temperatur pada setiap 3 hari sekali. Namun fluktuasi temperatur harian tidak mencapai selisih yang terlalu besar. Apabila temperatur naik atau panas maka kelembaban rendah, tetapi apabila temperature turun maka kelembaban tinggi. Pada saat dilakukan uji penelitian cuaca saat itu sedang panas sehingga temperatur 30,9- 31,8°C dan kelembabannya pada 39-45. Intensitas cahaya tinggi mencapai 628-1498 lux.



Gambar 4.7 Hubungan Intensitas Cahaya dan Temperatur

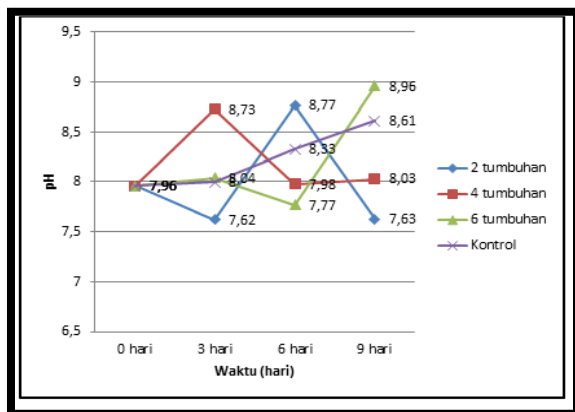


Gambar 4.8 Hubungan Kelembaban dan Temperatur

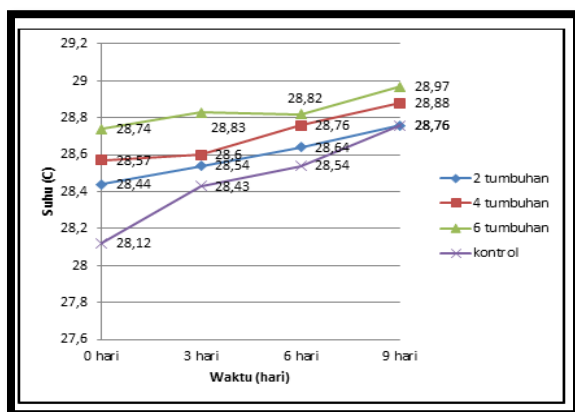
#### 4.5 pH dan Suhu

Fluktuasi suhu air limbah yang terjadi disebabkan adanya perbedaan cuaca harian dari

awal pengamatan hingga akhir pengamatan. Penurunan suhu limbah cair terkait erat dengan kepadatan eceng gondok. Sedangkan peningkatan suhu berkaitan erat dengan adanya hasil pernafasan baik aerob maupun anaerob berupa CO<sub>2</sub> yang berlebihan, adanya hasil metabolisme mikroorganisme pada akar tanaman serta adanya penghancuran eceng gondok yang sudah mati



**Gambar 4.9 Perubahan pH Tiap Reaktor**



**Gambar 4.10 Perubahan Suhu Tiap Reaktor**

#### 4.6 Perencanaan Waste Water Garden (WWG)

Salah satu penerapan dari hasil penelitian ini adalah perencanaan *waste water garden* (WWG) pada lokasi industri pembuatan batik menggunakan eceng gondok (*Eichornia crassipes*).

##### 1. Dimensi Waste Water Garden (WWG)

*Waste water garden* direncanakan berbentuk tabung sesuai dengan reaktor yang digunakan saat penelitian.

Volume air limbah yang dihasilkan per minggu = 180 liter

Volume air limbah yang dihasilkan = 25,71 l/hari

Direncanakan akan dilakukan pengolahan limbah dengan metode fitoteknologi selama 9 hari, jadi volume bak pengolahan yang dibutuhkan adalah :

Sehingga, dimensi bak pengolahan

$$\pi r^2 t = 3,14 \times 0,5^2 \times 0,45 \text{ m}$$

##### 2. Kebutuhan eceng gondok

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan eceng gondok} &= \frac{0,7693 \text{ m}^2}{0,0176 \text{ m}^2} \times 1 \text{ tumbuhan} \\ &= 43,5 \text{ tumbuhan} \approx 44 \text{ tumbuhan} \end{aligned}$$

Untuk perancangan limbah apabila 1 m<sup>3</sup> :

##### 1. Dimensi WWG

Volume air limbah yang dihasilkan = 1 m<sup>3</sup>

Direncanakan akan dilakukan pengolahan limbah dengan metode fitoteknologi selama 9 hari, jadi volume bak pengolahan yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume bak pengolahan} &= 1 \text{ m}^3 \times 9 \\ &= 9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sehingga, dimensi bak pengolahan

$$\pi r^2 t = 3,14 \times 3,1^2 \times 0,45 \text{ m}$$

##### 2. Kebutuhan eceng gondok

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan eceng gondok} &= \frac{29,99 \text{ m}^2}{0,0176 \text{ m}^2} \times 1 \text{ tumbuhan} \\ &= 1704,5 \text{ tumbuhan} \approx 1705 \text{ tumbuhan} \end{aligned}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

1. Reaktor yang mengalami efisiensi tertinggi dicapai pada reaktor 6 tumbuhan hari ke 9,

sebesar 79,96 % untuk COD, 87,19 % untuk BOD, 93,15 % untuk warna

2. Analisis data secara statistik menyatakan bahwa jumlah tumbuhan eceng gondok mempengaruhi penurunan konsentrasi COD, BOD, dan warna, dengan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,797 untuk penurunan konsentrasi COD, nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,129 untuk penurunan BOD dan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,100 untuk penurunan warna. Sedangkan analisis data secara statistik menyatakan bahwa waktu tinggal mempengaruhi penurunan konsentrasi COD, BOD, dan warna, dengan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 untuk penurunan konsentrasi COD, nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,007 untuk penurunan BOD dan nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,018 untuk penurunan warna

## 5.2 Saran

Dapat dilakukan penelitian lainnya menggunakan metode yang sama diterapkan dengan limbah yang berbeda tetapi dengan pengenceran limbah 1:100 dan pada penelitian selanjutnya di amati letak reaktor dan pengukuran udara ambien yang setiap hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Kurnia, Rininta. 2014. Pengaruh Jumlah Koloni Rumput Teki (*Cyperus Rotundus L.*) pada Media Pasir Terhadap Penurunan Konsentrasi BOD dan COD.
- Metcalf & Eddy 2003. Wastewater Engineering Treatment and Reuse. MC. Graw- Hill. New York. America.
- Puspita. 2011. Kemampuan Tumbuhan Air sebagai Agen Fitoremediator Logam Berat Kromium

(Cr) yang terdapat pada Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Berkala Perikanan Terubuk*. Vol 39. No. 1. ISSN 0126-4265

Tchobanoglous, George. 1993. Integrated Solid Waste Management. New York : McGraw-Hill, Inc

Vymazal, J. 2008. Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub Surface Flow. Czech Republic :Springer

Wawan Kurniawan. 2013. Strategi Pengelolaan Air Limbah Sentra UMKM Batik yang Berkelanjutan di Kabupaten Sukoharjo . *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol 11. ISSN 1829-890.